

PN - JP10283981 A 19981023

PD - 1998-10-23

PR - JP19970097971 19970331

OPD - 1997-03-31

TI - ION DETECTING DEVICE

IN - FUTAMURA SATOYUKI; SAITOU TAKETOSHI

PA - NIPPON BIITEC KK

IC - H01J49/06 ; H01J37/244 ; H01J49/40 ; G01N27/62

TI - Ion detecting unit with **microchannel** plate - has sensor for detecting electrons generated by photomultiplier tube which receives light from scintillator

PR - JP19970097971 19970331

PN - JP3270707B2 B2 20020402 DW200225 H01J49/06 006pp

- JP10283981 A 19981023 DW199902 H01J49/06 006pp

PA - (NIBT-N) NIPPON B TECH KK

IC - G01N27/62 ;H01J37/244 ;H01J49/06 ;H01J49/40

AB - J10283981 The unit has a **microchannel** plate (12) which is arranged opposing the input side of an ion source (11). A high voltage is applied to the ion source for accelerating the ions. The **microchannel** plate guides the ions to the output side by electric potential gradient. A scintillator (16) is arranged at the output side of the **microchannel** plate. Positive voltage is applied to the scintillator. Electrons are generated by a photomultiplier tube (18) receiving light from the scintillator. A sensor (20) detects the electrons generated by the photomultiplier tube.

- ADVANTAGE - Improves detecting sensitivity and durability.

- (Dwg.1/4)

OPD - 1997-03-31

AN - 1999-015223 [02]

PN - JP10283981 A 19981023

PD - 1998-10-23

AP - JP19970097971 19970331

IN - SAITOU TAKETOSHI;FUTAMURA SATOYUKI

PA - NIPPON BIITEC:KK

TI - ION DETECTING DEVICE

AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently detect large-mass ions by increasing the energy of charged particles colliding against a **microchannel** plate or a dynode placed in front of it, while maintaining the life of the **microchannel** plate.

- SOLUTION: An ion detecting device has a **microchannel** plate 12 whose input side is opposed to an ion source 11, with an ion-guiding potential gradient formed on its input and output sides by applying an ion-accelerating negative high voltage to the input side; a scintillator 16 opposed to the output side and to which a positive voltage is applied; a photomultiplier tube 18 which generates electrons in response to light generated in the scintillator 16 and which then multiplies the electrons to produce secondary electrons; and a detector 20 for detecting the electrons. The potential difference between the input and output sides of the **microchannel** plate is not more than the withstand voltage of the **microchannel** plate, and a voltage as high as not less than the withstand voltage of the **microchannel** plate is applied to the input side of the **microchannel** plate.

SI - G01N27/62

I - H01J49/06 ;H01J37/244 ;H01J49/40

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-283981

(43)公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 01 J 49/06  
37/244  
49/40  
// G 01 N 27/62

識別記号

F I  
H 01 J 49/06  
37/244  
49/40  
G 01 N 27/62

E  
K

審査請求 未請求 請求項の数 6 FD (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-97971

(22)出願日 平成9年(1997)3月31日

(71)出願人 397010974  
株式会社日本ピーテック  
茨城県ひたちなか市大字勝倉1316番地の3

(72)発明者 斎藤 建勇  
茨城県ひたちなか市大字勝倉1316番地の3  
株式会社日本ピーテック内

(72)発明者 二村 智行  
茨城県ひたちなか市大字勝倉1316番地の3  
株式会社日本ピーテック内

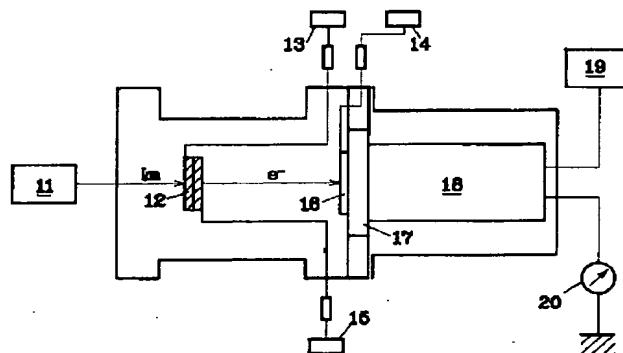
(74)代理人 弁理士 北條 和由

(54)【発明の名称】 イオン検出装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 マイクロチャンネルプレートの寿命を維持したまま、マイクロチャンネルプレート又はその手前に配したダイノードへ衝突する荷電粒子のエネルギーを大きくして、大質量のイオンを効率的に検出する。

【解決手段】 イオン検出装置は、入力側をイオンソース11に対向配置し、入力側にイオンを加速する負の高電圧を印加し、入力側と出力側にイオンを導く電位勾配を形成したマイクロチャンネルプレート12と、その出力側に対向配置し、正の電圧を印加したシンチレータ16と、これで発生した光を受けて電子を発生、増倍して二次電子を発生する光電子増倍管18と、この電子を検出する検出器20とを有する。マイクロチャンネルプレートの入出力側の電位差は、マイクロチャンネルプレートの入力側にマイクロチャンネルプレートの耐電圧以上の高い電圧を印加する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 無数の孔を有し、この孔の一端側から荷電粒子を衝突させ、孔の他端から増倍された電子を放出するマイクロチャンネルプレート(12)と、電子を検出する検出器(20)とを備えるイオン検出装置において、入力側をイオンソース(11)に対向して配置され、入力側にイオンを加速する高電圧が印加され、入力側と出力側とにイオンを導く電位勾配が形成されたマイクロチャンネルプレート(12)と、このマイクロチャンネルプレート(12)の出力側に対向して配置され、正の電圧が印加されたシンチレータ(16)と、このシンチレータ(16)で発生した光を受けて、電子を発生し、この電子を増倍する光電子増倍管(18)と、この光電子増倍管(18)で発生した電子を検出する検出器(20)とを有することを特徴とするイオン検出装置。

【請求項2】 マイクロチャンネルプレート(12)の入力側と出力側との電位差は、マイクロチャンネルプレート(12)の耐電圧以下であることを特徴とする請求項1に記載のイオン検出装置。

【請求項3】 マイクロチャンネルプレート(12)の入力側に印加される負の電圧は、マイクロチャンネルプレート(12)の耐電圧以上であることを特徴とする請求項1または2に記載のイオン検出装置。

【請求項4】 無数の孔を有し、この孔の一端側から荷電粒子を衝突させ、孔の他端から増倍された電子を放出するマイクロチャンネルプレート(12)と、電子を検出する検出器(20)とを備えるイオン検出装置において、イオンソース(11)側に対向して配置され、加速されたイオンの衝突により増倍する電子を発生する変換用のダイノード(21)と、このダイノード(21)に対向して配置され、同ダイノード(21)より正側に高い電圧が印加されたマイクロチャンネルプレート(12)と、このマイクロチャンネルプレート(12)の出力側に対向して配置され、正の電圧が印加されたシンチレータ(16)と、このシンチレータ(16)で発生した光を受けて、電子を発生し、この電子を増倍する光電子増倍管(18)と、この光電子増倍管(18)で発生した電子を検出する検出器(20)とを有することを特徴とするイオン検出装置。

【請求項5】 ダイノード(21)とマイクロチャンネルプレート(12)とに印加される電圧の電位差は、マイクロチャンネルプレート(12)の耐電圧以下であることを特徴とする請求項4に記載のイオン検出装置。

【請求項6】 ダイノード(21)に印加される電圧は、マイクロチャンネルプレート(12)の耐電圧以上であることを特徴とする請求項4または5に記載のイオン検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】 本発明は、飛行時間形質量分

析計等において、イオンを検出するのに使用されるイオン検出装置に関し、特に、無数の孔を有し、この孔の一端側から荷電粒子を入射させ、孔の他端から増倍された電子を放出するマイクロチャンネルプレートを使用したイオン検出装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 例えば、飛行時間形質量分析計では、前記マイクロチャンネルプレートを使用したイオン検出装置が使用されている。このマイクロチャンネルプレートは、無数の微細な孔(チャンネル)を有するガラス板状のものである。このマイクロチャンネルプレートの入力側に正または負の電圧を印加しておくことにより、孔内に荷電粒子を入射させ、これが孔の内壁に衝突することにより、電子が発生する。この電子は、電位勾配に引かれて孔の内壁に繰り返し衝突しながら、反対側から出て行くが、この電子の衝突に際してさらに二次電子が発生するため、倍増された電子が放出される。このため、イオンソースから発生するイオンを、負の電圧を印加した電極等のイオンコレクタで直接捉えて検出するより、イオンを一旦前記マイクロチャンネルプレートに衝突させ、それから出力する電子を検出することにより、より高感度でイオンを検出出来ることになる。

【0003】 このようなマイクロチャンネルプレートを使用した従来のイオン検出装置の例を図3に示す。イオンソース1に対向してマイクロチャンネルプレート2が設けられ、電源3によって前記マイクロチャンネルプレート2の入力側に数KVの負の加速電圧が印加される。この加速電圧により加速されたイオンが、イオンソース1からマイクロチャンネルプレート2の無数の孔に入射し、反対側から増倍された電子が放出される。この電子は、電子コレクタ3で集められ、電流計やオシロスコープ等の検出器4によって検出される。

## 【0004】

【発明が解決しようとしている課題】 このようなイオン検出装置においては、図4に示すように、イオンがマイクロチャンネルプレート2に衝突するエネルギー、すなわちその加速電圧によってその検出感度が異なり、加速電圧が高い程検出感度が高くなる。そして図4から明らかに、特に大きな質量のイオンを感度良く検出するためには、マイクロチャンネルプレート2へのイオンの衝突エネルギーを大きくする必要がある。

【0005】 ところが、マイクロチャンネルプレート2の耐電圧は比較的低く、せいぜい4KV程度であり、マイクロチャンネルプレート2にこれ以上の高い電圧をかけると、その寿命が短くなってしまう。従って、マイクロチャンネルプレート2に印加出来る加速電圧には限度があり、実用上は1KV程度の電圧をかけた状態で使用されるのが一般的である。このため、前記従来のイオン検出装置では、質量が2000amuのイオンでは、検出効率が10%以下と低かった。

3

【0006】本発明は、このような従来のイオン検出器における課題に鑑み、マイクロチャンネルプレートの寿命を維持したまま、マイクロチャンネルプレートまたはその手前に配したダイノードへ衝突する荷電粒子のエネルギーを大きくすることが出来、これによって、特に大きな質量のイオンを効率的に検出することが可能なイオン検出装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、本発明による第一のイオン検出装置では、マイクロチャンネルプレート12のイオンの入力側と出力側との電位差を、マイクロチャンネルプレート12の耐電圧以下の比較的低くする一方で、マイクロチャンネルプレート12のイオンの入力側に、高い加速電圧を印加してマイクロチャンネルプレート12へ衝突するイオンのエネルギーを大きくした。さらに、マイクロチャンネルプレート12から放出されるエネルギーの電子を、シンチレータ16に大きなエネルギーで衝突させ、このシンチレータ16で発生した光を光電子倍増管18で電子に変換しすると共に増倍し、この電子を電子検出器20で検出するようにした。

【0008】すなわち、この第一のイオン検出装置は、入力側がイオンソース11に対向して配置され、入力側にイオンを加速する高電圧が印加され、入力側と出力側にイオンを導く電位勾配が形成されたマイクロチャンネルプレート12と、このマイクロチャンネルプレート12の出力側に対向して配置され、正の電圧が印加されたシンチレータ16と、このシンチレータ16で発生した光を受けて、電子を発生し、この電子を増倍して二次電子を発生する光電子倍増管18と、この光電子倍増管18で発生した電子を検出する検出器20とを有することを特徴とする。

【0009】ここでは、マイクロチャンネルプレート12の入力側と出力側の電位差は、マイクロチャンネルプレート12の耐電圧以下とする一方で、マイクロチャンネルプレート12の入力側に、マイクロチャンネルプレート12の耐電圧以上の高い電圧を印加する。

【0010】このようなイオン検出装置では、マイクロチャンネルプレート12の耐電圧を越える高いエネルギーでイオンをマイクロチャンネルプレート12の入力側に衝突させることが出来る。そしてこのイオンは、マイクロチャンネルプレート12の入力側と出力側との電位勾配に導かれ、マイクロチャンネルプレート12内を通過する間に倍増した電子に変換する。この電子は、シンチレータ16に印加した正電圧により加速されてシンチレータ16に衝突し、入力した電子の数倍のゲインでシンチレータ16が発光する。この光は、光電子倍増管18で電子に変換されると共に増倍され、検出器20で検出される。

【0011】このイオン検出装置では、イオンソース1

4

1からマイクロチャンネルプレート12に衝突するイオンの衝突電圧を大きくすることが出来る。さらに電子を放出するマイクロチャンネルプレート12の出力側の負の高い電圧を利用して、マイクロチャンネルプレート12から放出された電子を高いエネルギーでシンチレータ16に衝突させることにより、これを数倍のゲインで光に変換することが出来る。さらに、この光を光電子倍増管18で電子に変換すると共に、増倍させるため、検出器20で大きな電流が検出される。これにより、イオンを高感度で検出することが出来る。他方、マイクロチャンネルプレート12は、その入力側と出力側の電位差を比較的低くすることが出来るので、その寿命を比較的長くすることが出来る。

【0012】さらに、本発明による第二のイオン検出装置では、イオンを直接マイクロチャンネルプレート12の入力側に衝突させる代わりに、一旦ダイノード21にイオンを衝突させ、これにより数倍のゲインで変換された電子をマイクロチャンネルプレート12に衝突させるようにした。すなわち、この第二のイオン検出装置は、イオンソース11側に対向して配置され、イオンの衝突により増倍する電子を発生する変換用のダイノード21と、このダイノード21に対向して配置され、同ダイノード21より正側に高い電圧が印加されたマイクロチャンネルプレート12と、このマイクロチャンネルプレート12の出力側に対向して配置され、正の電圧が印加されたシンチレータ16と、このシンチレータ16で発生した光を受けて、光電子を発生し、この光電子を増倍して二次電子を発生する光電子倍増管18と、この光電子倍増管18で発生した二次電子を検出する検出器20とを有することを特徴とするものである。

【0013】ここでは、ダイノード21とマイクロチャンネルプレート12の電圧の電位差を、マイクロチャンネルプレート12の耐電圧以下とする一方で、ダイノード21に印加される電圧を、マイクロチャンネルプレート12の耐電圧以上とする。

【0014】この第二のイオン検出装置は、イオンを直接マイクロチャンネルプレート12の入力側に衝突させる代わりに、一旦ダイノード21にイオンを衝突させ、これにより数倍のゲインで変換された電子をマイクロチャンネルプレート12に衝突させる点が前記の第一のイオン検出装置と異なる。ダイノード21は、マイクロチャンネルプレート12に比べて耐電圧が高いため、イオンのダイノード21への衝突電圧をさらに高くすることが出来る。しかも、ダイノード21に衝突したイオンが数倍のゲインで電子に変換され、これがマイクロチャンネルプレート12に衝突する。これにより、前記第一のイオン検出装置に比べて、より高感度でイオンを検出することが出来る。そしてこのイオン検出装置でも、ダイノード21とマイクロチャンネルプレート12との間の電位差を比較的低くすることが出来るので、その寿命を

比較的長くすることが出来る。

## 【0015】

【発明の実施の形態】次に、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について、具体的且つ詳細に説明する。図1は、本発明によるイオン検出装置の例を示す概念図であり、これらは何れも真空中に配置されている。イオンソース11に対向してマイクロチャンネルプレート12が配置されている。既に述べた通り、このマイクロチャンネルプレート12は、無数の微細な孔（チャンネル）を有するガラス板状のものである。この入力側、つまりイオンソース11からイオンが衝突する側に、電源13によって最大-10數KV、具体的には最大-15KV程度の負の加速電圧が印加される。さらに、このマイクロチャンネルプレート12の出力側には、電源15によって前記加速電圧より数KV以下、具体的には2KV程正側に高い電位が与えられる。例えば、マイクロチャンネルプレート12の入力側の加速電圧が-15KVの場合、マイクロチャンネルプレート12の出力側は、-13KVの電位とされる。これにより、マイクロチャンネルプレート12の無数の孔には、それが貫通する方向に電位勾配が形成される。

【0016】このマイクロチャンネルプレート12の出力側には、シンチレータ16が対向しており、このシンチレータ16には、電源14によって最大+10KV程度の加速電圧が印加されている。既知の通り、シンチレータ16は、荷電粒子が衝突したとき、蛍光を発する蛍光物質からなっている。このシンチレータ16の発光側に透明なガラスからなる観察窓17が設けられ、この観察窓を介して光電子増倍管18が光電結合されている。この光電子増倍管18は、既知の通り、真空容器の内部に電子衝撃によって二次電子を発生する多段の電子増倍部（ダイノード）と、それらの電子を集める陽極とを有するものである。この光電子増倍管18には、それに内蔵された図示していない前記ダイノードに加速電圧を印加するための電源19が接続されていると共に、図示していない前記陽極から出力される電子を検出する電流計やオシロスコープ等の検出器20が接続されている。

【0017】このイオン検出装置では、イオンソース11からマイクロチャンネルプレート12の入力側に、最大-15KVのエネルギーでイオンが衝突する。このイオンは、マイクロチャンネルプレート12の入力側と出力側との電位勾配に導かれ、マイクロチャンネルプレート12内を通過する間におよそ $10^4$ のゲインで電子に変換する。この電子は、シンチレータ15に印加した加速電圧に加速されて、最大+10KVのエネルギーでシンチレータ16に衝突する。これによって、シンチレータ16が衝突した電子の3~4倍のゲインで発光する。この光は、光電子増倍管18で電子に変換されると共に、約 $10^5$ のゲインで増倍され、これが検出器20で検出される。

【0018】このように、イオンソース11からマイクロチャンネルプレート12に衝突するイオンの衝突電圧を大きくすることが出来ると共に、増幅された電子により、イオンを高感度で検出することが出来る。他方、マイクロチャンネルプレート12は、その入力側と出力側の電位差を比較的低くすることが出来るので、その寿命を比較的長くすることが出来る。

【0019】このようなイオン検出装置では、質量2000amuのイオンを90%の検出効率で、また質量51000amuのイオンを30%の検出効率で検出出来ることが確認されている。なお、この例は、正の電荷を有するイオンの検出装置の場合の電位設定であるが、負の電荷を有するイオンを検出する場合は、マイクロチャンネルプレート12に印加する加速電圧を正の電位にすることで、同様にして検出することが出来る。

【0020】図2は、本発明によるイオン検出装置の他の例を示す概念図であり、図1と同じものは同じ番号で示してある。これらはやはり、何れも真空中に配置されている。この例では、イオンソース11に対向してマイクロチャンネルプレート12を配置する代わりに、イオンソース11に対向してダイノード21が配置されている。このダイノード21を挟んでイオンソース11と反対側に浮遊状態の加速電極23が配置され、この加速電極23には、電源22によって最大-数10KV、具体的には、-40KVの電位が与えられている。ダイノード21は、そのイオン入射面がイオンソース11と加速電極23とを結ぶ直線に対して約45°の角度をなすように対向している。

【0021】マイクロチャンネルプレート12は、その入力側が前記のダイノード21に対向しており、マイクロチャンネルプレート12の入力側の面に立てた垂直な直線がダイノード21のイオンの入射面に対して-135°の角度をなしている。このマイクロチャンネルプレート12には、電源22からカップリング回路24を介して加速電圧が印加されており、その電位は前記ダイノード21に対して-数KV以下、具体的には、-1KVである。また、このカップリング回路24は、マイクロチャンネルプレート12の入力側から出力側に電子を導くため、入力側と出力側との間に2KV程度の電位差を与える。これにより、マイクロチャンネルプレート12の無数の孔には、それが貫通する方向に電位勾配が形成される。

【0022】このマイクロチャンネルプレート12の出力側には、シンチレータ16が対向しており、このシンチレータ16には、電源22によって最大+10KV程度の加速電圧が印加されている。このシンチレータ16の発光側に光電子増倍管18が光電結合されている。この光電子増倍管18には、それに内蔵された図示しない多段ダイノードに加速電圧を印加するための電源19が接続されていると共に、光電子増倍管18の図示して

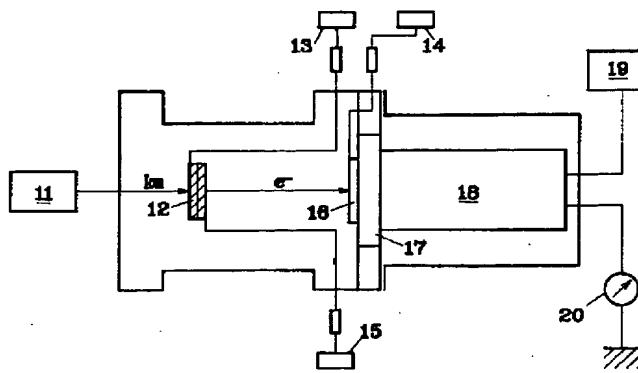
ない陽極から出力される電子を検出する電流計やオシロスコープ等の検出器20が接続されている。

【0023】このイオン検出装置では、イオンソース11からダイノード21に、最大-40KVのエネルギーでイオンが衝突する。このイオンの衝突によってダイノード21から2~4倍のゲインで二次電子が放出され、イオンが電子に変換されると共に増倍される。このダイノード21から放出された電子は、マイクロチャンネルプレート12の入力側に-1KVで衝突し、その入力と出力側との電位勾配に導かれ、マイクロチャンネルプレート12内を通過する間におよそ $10^4$ のゲインで電子に変換する。この電子は、シンチレータ15に印加した加速電圧に加速されて、最大+10KVのエネルギーでシンチレータ16に衝突する。これによって、シンチレータ16が衝突した電子の3~4倍のゲインで発光する。この光は、光電子増倍管18で電子に変換されると共に、約 $10^5$ のゲインで増倍され、これが検出器20で検出される。

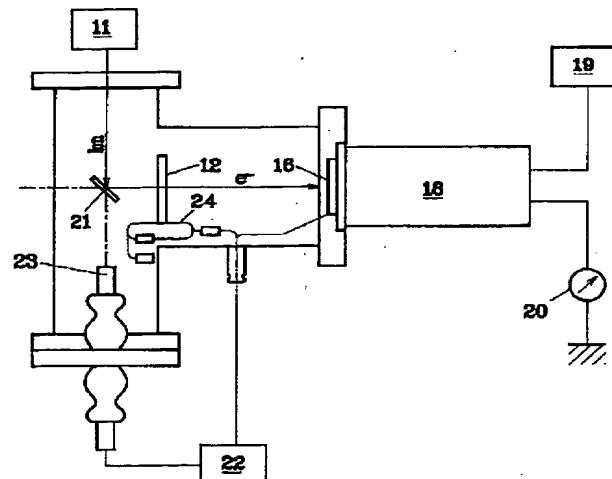
【0024】このイオン検出装置では、イオンを高いエネルギーでダイノード21に衝突させ、これにより数倍のゲインで変換された電子をマイクロチャンネルプレート12に衝突させている。これにより、前記図1に示されたイオン検出装置に比べて、より高感度でイオンを検出することが出来る。他方、マイクロチャンネルプレート12は、前記ダイノードとの電位差を比較的低くすることが出来るので、その寿命を比較的長くすることが出来る。

【0025】このようなイオン検出装置では、質量200amuのイオンを100%の検出効率で、また質量10000amuのイオンを30%の検出効率で検出出来ることが確認されている。なお、この例は、正の電荷を有するイオンの検出装置の場合の電位設定であるが、

【図1】



【図2】



負の電荷を有するイオンを検出する場合は、加速電極23に印加する加速電圧を正の電位にすることで、同様にして検出することが出来る。

## 【0026】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明によるイオン検出装置では、マイクロチャンネルプレート12に、その耐電圧より十分低い電位差を与える、その長寿命を維持しながら、なお且つ、マイクロチャンネルプレート12やダイノード21に大きなエネルギーでイオンを衝突させることが出来る。さらにマイクロチャンネルプレート12から放出された電子を、大きなエネルギーでシンチレータ16に衝突させ、大きなゲインで光に変換し、さらにこの光を光電子増倍管18で電子に変換すると共に、増倍させるため、大きな質量を有するイオンでも、高い感度で検出することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるイオン検出装置の例を示す概念図。

【図2】本発明によるイオン検出装置の他の例を示す概念図。

【図3】イオン検出装置の従来例を示す概念図。

【図4】イオン検出装置におけるイオンのマイクロチャンネルプレートへの衝突加速電圧別のイオンの質量とその検出効率との関係を示すグラフである。

## 【符号の説明】

11 イオンソース

12 マイクロチャンネルプレート

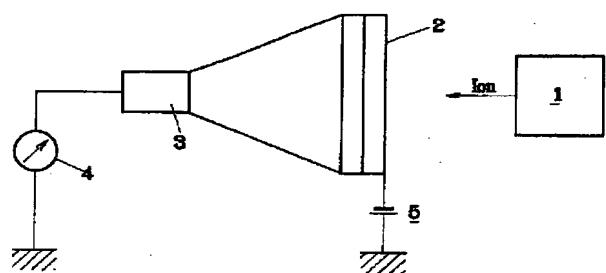
16 シンチレータ

18 光電子増倍管

20 検出器

21 ダイノード

【図3】



【図4】

